

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-231397

(43)Date of publication of application : 05.09.1997

(51)Int.Cl.

G06T 13/00  
H04N 7/32

(21)Application number : 08-039274

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 27.02.1996

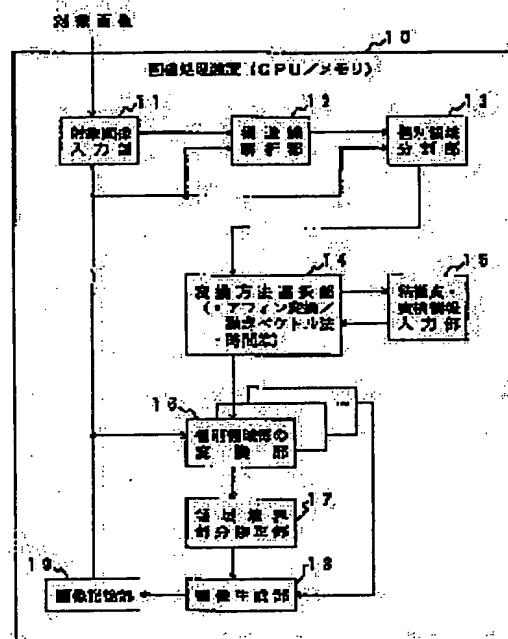
(72)Inventor : ENOMOTO HAJIME

## (54) PLOTTING PROCESSING SYSTEM FOR CONTINUOUSLY DEFORMED PICTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To generate and plot a moving image such as a facial expression change, a fluttering soap bubble and fighting action to be deformed by soft deformation or mutual action by simple operation based upon the features of the image.

SOLUTION: A structure line analyzing part 12 analyzes the spatial scalar feature of an object image and extracts a structure line such as a rugged division line and an individual area dividing part 13 divides the image into partial areas by the structure line. A transformation part 16 in each individual area transforms a value related to the feature of the image in each partial area in accordance with a specified transformation method, an area boundary part correcting part 17 corrects the value of a boundary part in order to maintain continuity between adjacent partial areas and an image generating part 18 generates a succeeding image from the corrected result.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-231397

(43)公開日 平成9年(1997)9月5日

(51)Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 13/00			G 0 6 F 15/62	3 4 0 A
H 0 4 N 7/32			H 0 4 N 7/137	Z

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平8-39274

(22)出願日 平成8年(1996)2月27日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72)発明者 榎本 肇

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

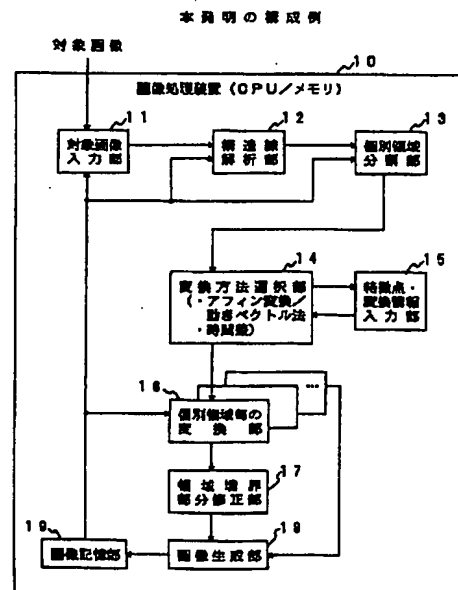
(74)代理人 弁理士 小笠原 吉義 (外2名)

(54)【発明の名称】 連続変形画像の描画処理システム

(57)【要約】

【課題】連続変形画像の描画処理システムに関し、顔の表情変化、揺れ動くシャボン玉、格闘技の動作など、軟質の変形や相互作用によって変形する動画像を、画像の特徴に基づいて簡単な操作で生成し描画することを目的とする。

【解決手段】対象画像の空間的なスカラー特徴を解析して凹凸分割線などの構造線を抽出し(12)、その構造線によって画像を部分領域に分割する(13)。指定された変換方法に従って部分領域毎に画像の特徴に関する値を変換し(16)、隣接する部分領域間の連続性を保つために境界部分の値を修正し(17)、その結果から次の時点の画像を生成する(18)。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 連続変形を伴う動画像を描画するシステムにおいて、ある特定時点の画像の空間的なスカラー特徴を解析し、その特徴から得られる構造線を抽出する手段と、抽出した構造線によって画像を部分領域に分割する手段と、分割された部分領域毎に、指定された変換方法に従って当該部分領域における画像のスカラー特徴およびベクトルの特徴に関する値を変換する手段と、変換された隣接する部分領域間の連続性を保つために部分修正領域を指定し、その部分修正領域の特徴に関する値を修正する手段と、変換された部分領域と部分修正領域のスカラー特徴およびベクトルの特徴から画像を合成し、前記特定時点の画像の次の時点における画像を生成する手段とを備えたことを特徴とする連続変形画像の描画処理システム。

【請求項2】 前記画像の空間的なスカラー特徴は、画像の輝度データに関する値であり、前記ベクトルの特徴は、色度ベクトルに関する値であり、前記構造線は、輝度データ値の凹部領域と凸部領域の境界を示す凹凸分割線であることを特徴とする請求項1記載の連続変形画像の描画処理システム。

【請求項3】 前記変換方法は、前記部分領域における指定された特徴点または所定の特徴点の位置変化をもとにしたアフィン変換であることを特徴とする請求項1または請求項2記載の連続変形画像の描画処理システム。

【請求項4】 前記部分領域毎に値を変換する手段は、分割された部分領域毎に並行プロセスによって並列に変換処理を行う手段であることを特徴とする請求項1、請求項2または請求項3に記載の連続変形画像の描画処理システム。

【請求項5】 連続変形を伴う動画像を描画するシステムにおいて、ある特定時点の画像の空間的なスカラー特徴を解析し、その特徴から得られる構造線を抽出する手段と、抽出した構造線上に定義された特徴点の動きベクトルを入力する手段と、前記構造線上で動きベクトルを補間する手段と、前記構造線で囲まれた部分領域上で動きベクトルを補間する手段と、各部分領域上の動きベクトルに従って各絵素の空間的なスカラー特徴およびベクトルの特徴を移動もしくは変化させ、次の時点における画像を生成する手段とを備えたことを特徴とする連続変形画像の描画処理システム。

【請求項6】 前記空間的なスカラー特徴およびベクトルの特徴は、それぞれ輝度データおよび色度ベクトルから得られる値であることを特徴とする請求項5記載の連続変形画像の描画処理システム。

【請求項7】 前記部分領域上での動きベクトルの補間および画像の特徴の変換は、分割された部分領域毎に並行プロセスによって並列に処理されることを特徴とする請求項5または請求項6記載の連続変形画像の描画処理システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像の特徴に基づく連続変形画像の描画処理システムに関する。例えば、シャボン玉や顔の表情のような軟質の変形を伴う動画像、あるいは衝突や打撃のような相互作用によって変形する物体の動画像の描画を、リアリティのあるように行うことは、現在のコンピュータグラフィック（CG）技術では、大きな手数を必要とする。一方、CG技術の応用分野の拡大に伴い、このような軟質の変形や相互作用によって変形する動画像の描画が必要とされるケースが多く発生してきている。このような軟質の変形等を伴う動画像を簡単に効率よく生成する技術が必要とされている。

## 【0002】

【従来の技術】従来、アニメーション等の動画像を生成し表示する方法として、ワイヤフレームなどの骨格を利用するもの、画像として表示する立体図形をできるだけ小さな微小領域に分割し、微小領域毎に各時点における絵素の値を計算していくものなどがある。

【0003】また、例えば人間の顔を動物の顔に連続的に変形するというような、いわゆるモーフィングの技術が知られており、このモーフィングでは、開始画像と目的画像との対応点について時間的、空間的補間を行うことにより、開始画像から目的画像まで連続的に画像を変化させる。

【0004】また、XY平面で表されるカラー画像について、XY平面に直交するZ軸を考慮して、3次元ベクトル場でカラー画像を取り扱う技術が知られている。これらの技術については、特開昭63-299594号公報（カラー画像伝送処理方式）、特開平1-213761号公報（カラー画像のエッジ検出方式及び伝送処理方式）、特開平2-208781号公報（カラー描画ワークステーション）、特開平3-267879号公報（スカラー・データ処理方式）、特開平4-287180号公報（カラー画像のエッジ検出方式）に開示されており、カラー画像信号について発散（ダイバージェンス）処理を行った結果の値や、回転（ローテーション）処理を行った結果の値を利用し、カラー画像信号の情報圧縮やカラー画像のエッジ（色度の変化位置を含む）を抽出することなどが示されている。

【0005】また、特開平6-309462号公報には、動画像中の個別対象の動きを剛体的な動きと軟質変形的な動きとに分けて把握することによって、個別対象についての動き速度ベクトルを抽出し、描画のために利用する動画像処理装置が開示されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来の技術では、顔の表情変化、風船、揺れ動くシャボン玉、格闘技の動作、車の衝突および衝突回避など、軟質の変形や相互作用に

よって変形する動画像の描画や処理に、多大な手数と時間がかかるという問題があった。

【0007】本発明は上記問題点の解決を図り、静止画などの特定の画像から、画像の特徴に基づいて簡単な操作で連続的変形画像を生成する手段を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】図1は、本発明の構成例を示す。画像処理装置10は、1台または複数台のCPUおよびメモリ等からなり、軟質的変形や相互作用による変形を伴う物体の連続変形画像を得るために、画像の特徴を時間的期間で分割するとともに、空間的領域として分割し、各領域毎に並行プロセスで画像の変換処理を行う装置である。

【0009】対象画像入力部11は、連続変形画像のもととなる変換対象の画像を外部からまたは内部の記憶装置等から取り込む手段である。構造線解析部12は、対象画像入力部11によって取り込んだ画像の空間的なスカラー特徴を解析し、それをもとに凹凸分割線やハイライト線などの構造線を抽出する処理手段である。

【0010】個別領域分割部13は、構造線解析部12によって抽出された構造線をもとに、画像を個別領域に分割する手段である。変換方法選択部14は、例えば画像の変換にアフィン変換を用いるか、動きベクトル法を用いるかなどの変換方法をユーザの指定によって選択するとともに、動画像を作成すべき時間的期間および各コマの時間差 $\Delta t$ 等を選択する手段である。

【0011】特徴点・変換情報入力部15は、変換方法選択部14によって選択した変換方法に応じて、構造線上のいくつかの特徴点の位置および特徴点の移動または特徴点毎の動きベクトル等を入力する手段である。

【0012】個別領域毎の変換部16は、変換方法選択部14で選択された変換方法によって、画像の特徴についての変換処理を、個別領域毎に並行プロセスによって並列に実行する手段である。

【0013】領域境界部分修正部17は、例えば変換方法がアフィン変換である場合に、隣接する各個別領域間の特徴の不整合を修正する処理手段である。画像生成部18は、個別領域毎の変換部16による変換結果または領域境界部分修正部17による修正結果の情報に基づいて、対象画像入力部11で取り込んだ画像の次の時点の画像を生成し、画像記憶部19に記憶する手段である。

【0014】画像記憶部19に記憶された画像について、順次、上記各部による処理を繰り返すことにより、各時点における連続変形画像の動画像が生成されることになる。シーンチェンジ等があれば、対象画像入力部11によって外部から新しい対象画像を入力する。

【0015】変換する画像の空間的なスカラー特徴を、例えば輝度データから得られる値によって表現することができる。また、色度ベクトルのダイバージェンス(d i

v) 演算やローテーション(rotation)演算の結果をもとに、画像の空間的なベクトルの特徴を表現することができる。

【0016】図1に示す画像処理装置10は、次のように動作する。まず、対象画像入力部11から、ある特定時点の画像が与えられたならば、構造線解析部12によって空間的なスカラー特徴を解析し、その特徴から得られる構造線を抽出する。個別領域分割部13は、その構造線によって画像を個別領域に分割する。変換方法選択部14によって変換方法と時間的期間および時間差(いつまで、どれくらいの時間間隔で変換を実施するか)等の情報をユーザに指定させる。

【0017】変換方法がアフィン変換の場合、特徴点・変換情報入力部15によって構造線上の特徴点とその変換先を入力し、個別領域毎の変換部16によって、各個別領域における画像のスカラー特徴およびベクトルの特徴に関する値を変換する。領域境界部分修正部17によって、隣接している個別領域を照合し、隣接領域間で特徴の不連続性があれば、指定された部分修正領域について、領域間の連続性を保つための修正を行う。画像生成部18によって、変換された個別領域の結果と部分修正領域の修正結果とを合成し、得られた画像を画像記憶部19に格納する。この画像が、最初の入力画像の次の時点における画像となる。必要に応じて、図示省略したディスプレイに画像を表示し、次の時点における画像の変換を続ける。

【0018】変換方法選択部14で選択された変換方法が動きベクトル法の場合、特徴点・変換情報入力部15によって構造線上の特徴点を入力するとともに、各特徴点の動きベクトルを入力する。次に、個別領域毎の変換部16によって、以下のように動きベクトルを処理する。まず、構造線上で動きベクトルを補間し、その結果から構造線で囲まれた部分領域(個別領域)上で動きベクトルを補間する。各個別領域上の動きベクトルに従って各絵素の空間的なスカラー特徴およびベクトルの特徴を移動もしくは変化させ、画像生成部18によって、次の時点における画像を生成して画像記憶部19に格納する。

【0019】

【発明の実施の形態】軟質的変形のような連続変形を伴う動画像の例として、シャボン玉や顔、あるいは衝突や打撃などを伴う相互作用のある物体を対象とした場合、物体の連続変形が画像のリアリティ性に大きな影響を与える。

【0020】以上の例のような連続変形画像では、時間的に相互作用の発生する時間の前後での相互関係の評価を行うことや、空間領域における相互作用を考慮することによって、領域間の相互関係を規定する制御点を定義し、複数領域間の連続性を保つような変形画像として取り扱う必要がある。

【0021】したがって、連続変形については、時間的には、

1. 定常運動期間、
  2. 相互作用期間、
- の期間によって時間軸領域を分割する。

【0022】同様に幾何学的空間では、

1. 物体の構成領域、
  2. 物体内部の構造的領域、
  3. 物体表面の構造線による分割領域、
- によって空間的な分割を行う。

【0023】画像の観点からみると、可視部分領域についての画像が連続性を保有するように表示される必要がある。このために物体表面の構造線による分割領域、特に物体画像についての濃淡による支配領域について、描画および処理が実行可能でなければならない。

【0024】静止画像についての幾何学的特徴として、

1. 環境の伝意の変形について、不変であること、
  2. 特徴構造が、原始特徴から構成可能であること、
  3. 特徴間に、ほぼ独立的性質を持つこと、
  4. 局所的に特徴についての値が視覚生理的意味を持つこと、
- という性質を満足することが幾何学的に要請される。

【0025】2次元濃淡画像  $\phi(x, y)$  についての微分に関する不変式として、

【0026】

【数1】

$$X = \text{grad } \phi = \begin{bmatrix} \phi_x \\ \phi_y \end{bmatrix} \quad H = \begin{bmatrix} \phi_{xx} & \phi_{xy} \\ \phi_{yx} & \phi_{yy} \end{bmatrix}$$

【0027】が基本的であることが知られている。 $X$ に直交、すなわち等高線方向のベクトル  $X_r$ 、

【0028】

【数2】

$$X_r = \begin{bmatrix} -\phi_y \\ \phi_x \end{bmatrix}$$

【0029】を考えて、上記から構成される不変式として、

$$C(x, y) = X^t H X_r$$

$$D(x, y) = X^t_r H X_r$$

$$E(x, y) = X^t H X$$

$$L(x, y) = \text{trace } H$$

が二次偏微分の形式のものである。これらの不変式を0とする方程式、 $X=0$ 、 $C=0$ 、 $D=0$ 、 $E=0$ 、 $L=0$ が不変方程式であることから、特徴についての4条件を満足する。それは、

$X=0$  : 局所的極値点

$C=0$  : 尾根/谷線

$D=0$  : 凹凸分割線

$E=0$  : ステップ変化線

$L=0$  : ステップ変化線

のような特徴を表現している。

【0030】濃淡のようなスカラー量でなく、例えば色度ベクトルとして、

【0031】

【数3】

$$V = \begin{bmatrix} \xi \\ \eta \end{bmatrix}$$

【0032】のように  $\xi$ 、 $\eta$  を考え、 $\xi$ 、 $\eta$  がそれぞれ  $(x, y)$  の関数とすると、 $V$  はベクトルの性質を持ち、次式のように表現される。

$$V = \text{grad } L + \text{rot } R \cdot k$$

【ここで、 $L(x, y)$  : スカラポテンシャル、 $R(x, y)$  : ベクトルポテンシャル、 $k$  :  $(x, y)$  に直交する  $Z$  軸方向の単位ベクトル】これから、

$$\text{div } V = \text{div} \cdot \text{grad } L$$

$$\text{rot } V = \text{rot} \cdot \text{rot} \cdot \text{rot } R \cdot k$$

が成り立ち、

$$\xi_x + \eta_y = L_{xx} + L_{yy}$$

$$\eta_x - \xi_y = R_{xx} + R_{yy}$$

の関係式が成立する。

【0033】 $\text{div } V$  および  $\text{rot } V$  の絶対値が大きい部分を抽出し、エッジ検出に利用することができる。また、 $\text{div } V$  がエッジ以外で、ある関係値以上の値を持つとき、 $V$  を色度ベクトルとすると、補色関係が存在し得ることを示す。 $\text{rot } V$  の場合には、回転性補色関係を持つような特徴を持っている。

【0034】輝度のようなスカラー値を持っている場合、ハイライト線のような特徴は、ベクトル成分としての  $\text{grad } \phi$  の  $x$  成分が零であることが必要となる。以上のような種々の特徴の変化が、連続変形画像中の動きとして表現され、逆に特徴の動きから連続変形の動き形式を決定し得る。

【0035】輝度のようなスカラー・データについては、特徴点や構造線が役に立つ。構造線の中で、曲面の微小変化について、もっとも大局的不変性を持っているのは、分割線であることが実験的に判明している。分割線は、曲面の高さ〔スカラー値〕についての凹部分と凸部分を分割している。したがって、モード情報を担っており、支配領域と名づけて情報処理学会で発表をしている。個々の支配領域の中に存在する特徴点〔極大点、極小点〕を通過する特徴線によって、スカラー・データの振る舞いがより細かく規定される。このことが、支配領域によって大局的に画像を生成し、次に特徴線について修正を行うべきことを示している。

50 【0036】連続変形画像の処理では、各時点におい

て、これらの特徴を、モデルをもとに抽出を行うことになる。一方、描画では、支配領域の変化を規定し、各支配領域内でまず輝度値を次に色度値を規定し、各領域毎に描画を行う。

【0037】このような描画方法では、Extensible WELL-PPPに組み込まれている要素ネットワークを用いて、点、線、セグメントとフレーム部を描き、各給素点でのデータ値を変形規則に基づいて定める方法をとる。

【0038】なお、Extensible WELL-PPPについては、例えば特開平5-233690号公報（オブジェクトネットワークによる言語処理システム）、特開平7-295929号公報（コモン・プラットフォーム機能による対話的情報処理装置）等によって知られており、ここでの詳細な説明は省略する。

【0039】この方法は、新しく画像描画をユーザ指定で各時点毎に特徴点から出発し、線、セグメントと要素画像の描画を行い、時点間で各特徴点の移動を補間し、それから描画を行う方法で、特開平6-309462号公報に記載されている動画像処理装置と基本原理は同一である。

【0040】ここでは、より簡単に連続変形を画像に対して行うのにアフィン変換を利用する方法について述べる。アフィン変換は、図2（a）のようにA、B、Cの3点を、それぞれA'、B'、C'のように移動を行うのに線形変換を行うことと定義づけられ、

【0041】

【数4】

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e \\ f \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} : A, B, C \text{ の } x, y \text{ 座標値}$$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} : A', B', C' \text{ の } x, y \text{ 座標値}$$

【0042】に対して、(A, A') (B, B') (C, C') についての方程式を満足するように、変換パラメータa, b, c, d, e, fが決定される。このように規定されたアフィン変換は、ある特定対象領域にのみ適用されなければならない。この変換は、画面全体に適用するのが簡単である。ところが、図2（b）に示すように、着目する領域ABCを、例えば図示のABC'のように上下に傾けて領域移動をすると、指定領域ABC外部にある画像も、変換によって同じように移動してしまう。

【0043】この現象を防ぐためには、外部領域内にある画像を消去する。すなわち、色度をなくし、輝度値を白もしくは黒、あるいは特定のクロマキーに便利な輝度、色度に調整する。こうすると、領域ABCのみがABC'に移動し、背景部としての外部領域は悪影響を及ぼさない。

【0044】領域についての連続変形を考えると、これは隣接領域の変形を意味し、領域の境界は相互に整合する形でなければならないので、領域間を分割する隣接線の近辺を相互に整合させる必要がある。

【0045】この要件は、図3に示すような支配領域を分割する特徴としての分割線の性質と関係してくる。分割線は、曲面の凹凸モードを分離する性質を持っているので、支配領域の境界付近では曲面の高さ、あるいは輝度の値のようなスカラー値についての等高線の変曲点であることが、凹凸モードを分割することとして要求される。また、力線についての連続性を制約として要求される。

【0046】なお、図3（a）は理解を容易にするために単純化した顔の画像についての支配領域の例を示しており、（b）に示すように、目の領域は凹部領域、鼻と口の領域は凸部領域となっている。顔の表情変化の例を図4に示す。顔の表情は、例えば図4（a）のような顔の支配領域を、図4（b）または（c）に示すように変形させることによって変化させることができる。図4

（b）の例では、目尻と口の両端とを上に移動させており、図4（c）の例では、逆に目尻と口の両端とを下に移動させている。移動のさせ方によって、笑った顔、怒った顔、困惑した顔など、種々の表情を生成することができる。

【0047】個々の支配領域について、アフィン変換によって領域変換を行う上で、隣接する支配領域についての分割線は、同じ形状である必要がある。図5において、ABCで囲まれる領域が凸部領域であるならば、ABDで囲まれる領域は凹部領域となる。したがって、ABC領域では、等高線が極大点△の周りにある一定符号の曲率で、曲線を描く。これに対し、ABD領域では極小点▽の周りで反対となる。このような図5（a）の隣接支配領域を変換して、図5（b）のようになったとすると、ABD領域の変化は少ないのに対し、ABC領域は大きく歪んで、ABC'のようになる。

【0048】その結果として分割線ABの近傍の等高線は、図5（b）から明らかなように領域の各境界線によって分離し、したがって、等高線および力線の連続的接続性が失われる。この分離現象はアフィン変換に対し、分割線が直線であるときには生じない。しかし、図6に示すように、分割線が直線であっても領域面積比の不等性によって、等高線と直交するgrad φの値が領域によって異なった値をとる。すなわち、力線が境界線によって変化する。

【0049】以上のような領域の変換によって生ずる領域の隣接関係の連続性が損なわれるのを防止するために、ハイライト線や特徴線、エッジ線などの特徴を重視する場合、あるいは図7のように境界線が直線ではなく、曲線化する場合や、図5に示したように境界線が分離する場合には、アフィン変換のみでは対応できない。

【0050】これらの場合には、

1. 特徴境界線について特徴点を指定し、それを通過する曲線を描く、
2. 曲線によって指定された領域についてカラー画像を描く、

(特開平2-208781号公報「カラー描画ワークステーション」、特開平3-267879号公報「スカラー・データ処理方式」参照)というように、領域を点、線、領域のように階層的に要素領域について描画を行う。

【0051】また、他の方法として、まずアフィン変換のような簡単な変形を行い、次に修正を行う方法が有用である。そのために部分修正領域を定義する。図8に部分修正領域の指定の例を示す。すなわち、次の方法を用いる。

- 【0052】1. 修正を行うべき領域を規定する境界線ABを指定する。
2. 指定境界線について修正すべき値の最大となる点を指定する。
3. その点について、隣接する境界領域において変換によって発生したスカラー値の grad の値の差を算出し、それを長さとしてウィンド上に表示する。

【0053】4. 修正領域の幅を規定するために、上記表示した長さに比例する幅を定義する。

5. 以上の結果を用いて部分修正領域を定義する。

【0054】以上のように部分修正領域の指定を行ったならば、次に輝度、色度についての修正値を定義する。以上では、ある主要時点での画像描画の方法について述べた。

【0055】画像処理を行い、それをある時点での画像として描画するためには、これまで説明したような構造的特徴を抽出する処理を行う。この段階で完全に特徴を抽出できないときは、それを完全化するために特徴を線として補間する作業をその前段階で行う。

【0056】アフィン変換は、クロマキーなどによって対象物体についての部分領域を抽出した画面全体に適用するので、極めて高速であるが、隣接する部分領域間の輝度、色度などの属性値の連続性を確保するために修正領域を必要とする。

【0057】これに対し、動きベクトルを特徴点について定義し、色度ベクトルについて、特開平2-208781号公報に記載の「カラー描画ワークステーション」や、輝度などのスカラーデータをベクトル化を行って処理した特開平3-267879号公報に記載の「スカラー

・データ処理方式」と同様な技術によって、次のような手順を実行する。

【0058】1. 特徴点上で定義された動きベクトルを得る。

2. 特徴点を通過する特徴構造についての構造線上で動きベクトルを補間する。

【0059】3. 構造線によって囲まれた部分領域、例えば水平走査線上で動きベクトルを補間する。

4. 部分領域上での動きベクトルを、今後の領域に連続性を保つように補間(ヘルムホルツの定理を利用)する。

【0060】図9は、動きベクトルの定義画面の例を示す。動きベクトルの定義画面20において、ベクトル値ダイアグラム21を表示させ、マウス等のポインティングデバイスを用いて、ベクトル値ダイアグラム21内で動きベクトル(方向と大きさ)を指定する(①)。次に、構造線上の任意点でマウス・クリック等により特徴点を指定する(②)。これによって、指定された特徴点に、ベクトル値ダイアグラム21で指定された動きベクトルが写しとられる。同じ動きベクトルを与える特徴点に対しては、同様にクリックを繰り返して、特徴点の動きベクトルを指定する。動きベクトルを変える場合には、ベクトル値ダイアグラム21を用いてベクトル値を指定し直す。

【0061】図10は、動きベクトルを着目する対象領域内の各絵素について定義する様子を示す図である。図10(a)は、図9に示す画面20によって、ユーザに指定された特徴点とその動きベクトルを示している。この図10(a)の動きベクトルをもとに、図10(b)に示すように構造線上の各絵素について動きベクトルを補間し定義する。次に、図10(c)に示すように、例えば水平走査線上で動きベクトルを補間する処理を、各水平走査線について繰り返すことによって、図10(d)に示す対象領域全体について、動きベクトルを定義する。

【0062】図10(d)のような対象領域全体について動きベクトルが定義されると、その時点の画像の $\Delta t$ 時間後では、各絵素が(動きベクトル値) $\times \Delta t$ の絵素の点に動き、各絵素の輝度値と色度値とから、動き後の画像が得られる。この場合、対象は特徴によって部分成分に分割されていることより、精密な動きを描画することができる。例えば、シャボン玉のように部分的にぶるぶる振動して全体が動く場合の描画などは、この方法が適している。

【0063】ある構造線上の特徴点に変化する軌跡を、作図画面上に記し、その軌跡上である一定時間間隔毎に指定するのが便利な場合がある。この場合には、図9に示す動きベクトルの定義画面20において、各構造線毎の軌跡の色を変えて見やすくしておくことも有用である。



【0064】さらに、運動を定常的な剛体運動と非定常的な軟質運動に分離し、軟質運動は、剛体運動からの攝動式変形として総合的に描画するほうが、計算精度の点から望ましい。

【0065】特に、複数の対象間に相互作用のある場合には、上記のように剛体運動と軟質運動とに分離すると、並行処理によって効率的な計算を行い、その結果を描画することが可能となる。

【0066】例えば、2個の物体が衝突し、その反作用によって剛体運動の変化が生じる場合などには、以下の手順によって連続的動きを表現することができる。

1. 各対象毎に、剛体運動を行わせる。

【0067】2. 衝突時間を求める。

3. 衝突時間後の剛体運動を、各対象の持っているパラメータによって計算する。この時点から始まる期間をシステムの時相制約として計算し、以後の計算道程を並行プロセスとして時間的に分割して生成する。

【0068】4. 軟質変形描画を剛体運動画像の攝動として計算を行う。この場合、相互作用のある区間の運動と、相互作用後の独立運動とに分けて計算する。上述のようないくつかの動き変換の方法を選択し、対象の動き表現を行った時点では、動きによって各対象中の対応点において、もともとの輝度と色度を動き後も属性値として持っている。ハイライトのような特徴は、環境光と対象形状の総合的效果として動きに伴って表出される。

【0069】図11は、右回転する楕円体のハイライト線の様子を示す図である。例えば、模様のある球状の対象が回転する時、模様は回転に伴って動くが、ハイライトの線は動かない。ラグビーボールのような楕円体が、図11(a)のような正面を向いた状態から右方向に回転すると、図11(b)のように楕円体の左側が前に出てくる。したがって、ハイライト線は左側へ向かって変形する。この変化を動きベクトルとして表現することにより、属性値がそれと共に変化した形で描画可能となる。

【0070】以下、図1に示すシステムの動作を、図12に示す処理フローチャートと図13に示す処理の例に従って説明する。対象画像入力部11は、ある特定時点における連続変形の対象となる画像を取り込む(ステップS1)。例えば、図13(a)に示すような顔の画像が取り込まれたとする。構造線解析部12は、輝度データ(スカラー値)の解析を行い、前述した $D(x, y) = X^t R H X_R$ の式から、 $D=0$ となる凹凸分割線を求める(ステップS2)。求めた凹凸分割線を画像のスカラー特徴を表す構造線とする(ステップS3)。図13

(b)は、抽出された構造線の例を示している。ここで、 $\nabla$ は凹部領域を、 $\Delta$ は凸部領域を示している。

【0071】次に、個別領域分割部13は、構造線によって画像を個別領域に分割する(ステップS4)。ステップS5では、変換方法選択部14によって、ユーザか

らの指定により、連続変形を行うべき時間間隔(時間差 $\Delta t$ )や変換方法を選択する。変換方法としては、アフィン変換や動きベクトル法などがあるが、ここではアフィン変換が選択されたものとして説明する。特徴点・変換情報入力部15によって、構造線上の特徴点と、各特徴点の移動先の情報とを入力する。図13(c)は、その入力の様子を示しており、例えばマウス等のポインティングデバイスの指定により画面上で各特徴点とその移動先を決定する。

【0072】個別領域毎の変換部16は、並行プロセスによって個別領域毎に指定された変換処理(アフィン変換)を実行する(ステップS6)。図13(d)は、その変換結果の例を示している。この変換された個別領域の画像情報を記憶する(ステップS7)。

【0073】次に、領域境界部分修正部17は、隣接している個別領域を照合し、隣接領域間の不連続性を抽出する(ステップS8, S9)。図13(d)にハッチングで示した部分が不連続性が抽出された部分である。この部分についての隣接境界線のパラメータ(前述した画像のスカラー特徴やベクトルの特徴)を計算する(ステップS10)。図8で説明したような部分修正領域の指定により(ステップS11)、部分修正領域について隣接する個別領域間の境界部分を整合させる修正を行う。

【0074】画像生成部18は、変換された個別領域と部分修正領域のスカラー特徴およびベクトルの特徴から画像を合成し、特定時点の画像の次の時点における画像を生成して、画像記憶部19に格納する(ステップS12)。また、ディスプレイへの表示を行い、必要に応じてユーザからの確認のレスポンスを得る。

【0075】あらかじめ指定された時間の画像をすべて生成した場合、またはユーザから終了の指示があった場合には、処理を終了する(ステップS13)。処理を続行する場合には、ユーザの指定等により、シーンチェンジが必要かどうかを判定し(ステップS14)、シーンチェンジが必要であれば、ステップS1へ戻って、次の変換対象画像を取り込み、同様に処理を繰り返す。また、シーンチェンジが必要なければ、ステップS2へ戻って同様に処理を繰り返す。なお、2回目以降の処理では、1回目で計算した結果を保持しておくことにより、ステップS2~S5等の処理を必要に応じて省略することも可能である。

【0076】ステップS5で選択した変換方法が、動きベクトル法である場合には、特徴点・変換情報入力部15によって、図9で説明したように代表的な特徴点とその動きベクトルを入力し、個別領域毎の変換部16によって、図10に示すように各個別領域内の各絵素についての動きベクトルを求める。動きベクトル法の場合、領域境界部分修正部17の処理は不要である。他の処理は、全体的にアフィン変換の場合とほぼ同様である。

【0077】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、与えられた画像について分割線等の特徴に基づいて領域分割を行い、各領域毎に輝度などのスカラー特徴および色度などのベクトル特徴をもとにした画像の変形を行うので、シャボン玉や顔の表情などの連続変形を伴う動画を簡単に作成することができる。また、各領域の境界を修正する手段を持つことにより、自然なリアリティのある動画像を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の構成例を示す図である。

【図2】アフィン変換の例を説明する図である。

【図3】支配領域の説明図である。

【図4】顔の表情変化の例を示す図である。

【図5】隣接する支配領域の変換と等高線を示す図である。

【図6】領域面積比の不等性によるベクトル値の不連続性を説明する図である。

【図7】境界線が曲線化する場合の例を示す図である。

【図8】部分修正領域の指定法を説明する図である。

【図9】動きベクトルの定義画面例を示す図である。

【図10】動きベクトルの定義手順を示す図である。

【図11】右回転する楕円体のハイライト線についての変化を示す図である。

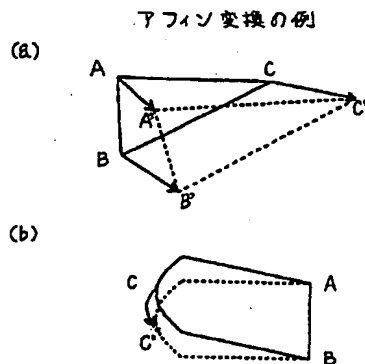
【図12】本発明の実施例の処理フローチャートである。

【図13】本発明による処理の例を示す図である。

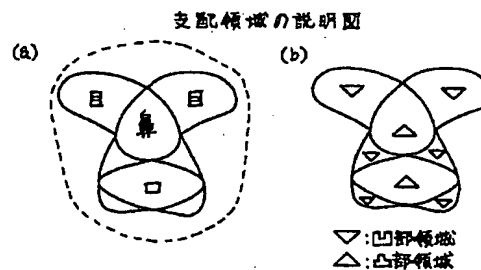
#### 【符号の説明】

- 10 画像処理装置
- 11 対象画像入力部
- 12 構造線解析部
- 13 個別領域分割部
- 14 変換方法選択部
- 15 特徴点・変換情報入力部
- 16 個別領域毎の変換部
- 17 領域境界部分修正部
- 18 画像生成部
- 19 画像記憶部

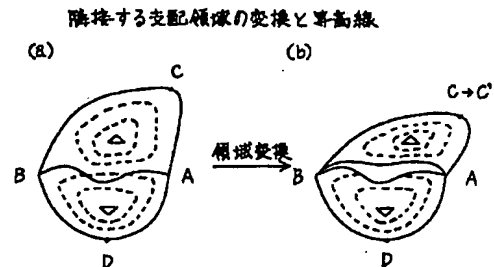
【図2】



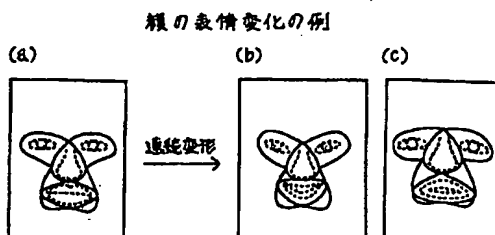
【図3】



【図5】

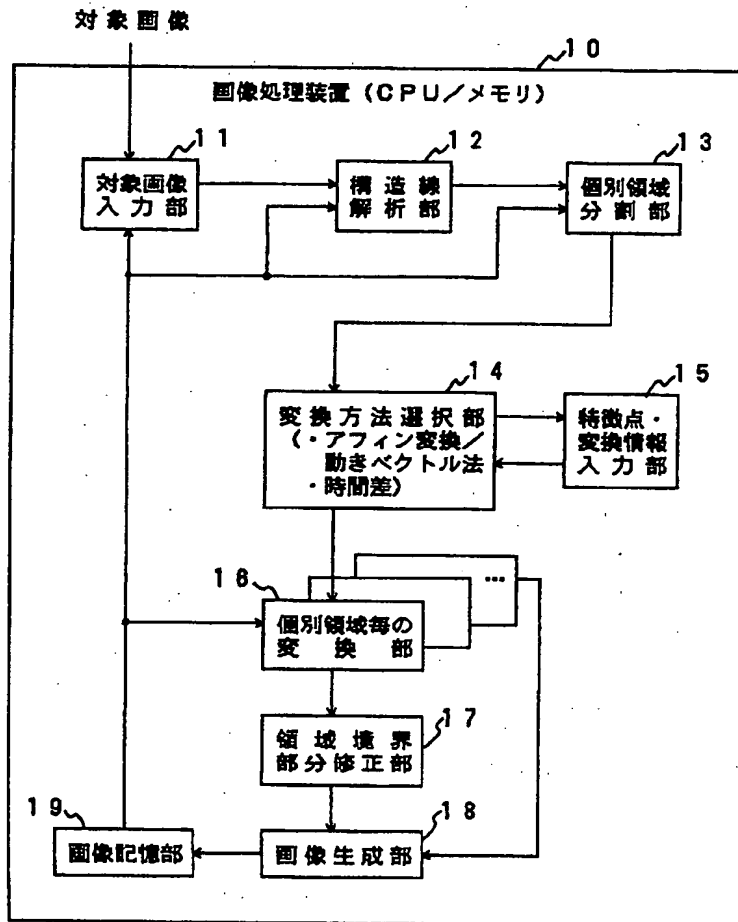


【図4】

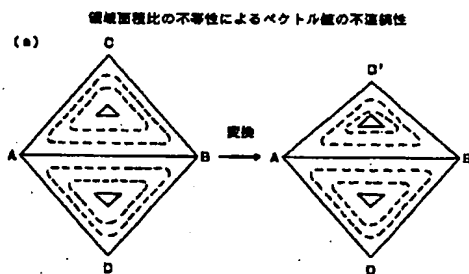


【図1】

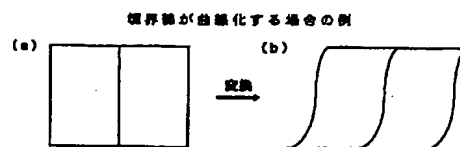
## 本発明の構成例



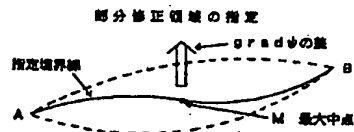
【図6】



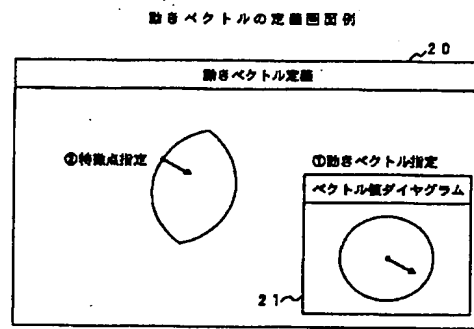
【図7】



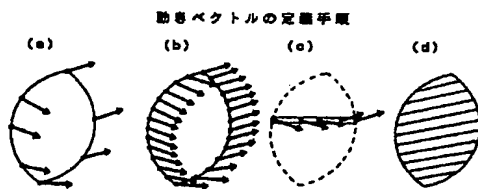
【図8】



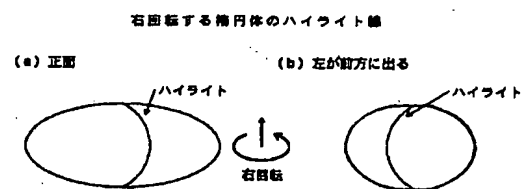
【図9】



【図10】

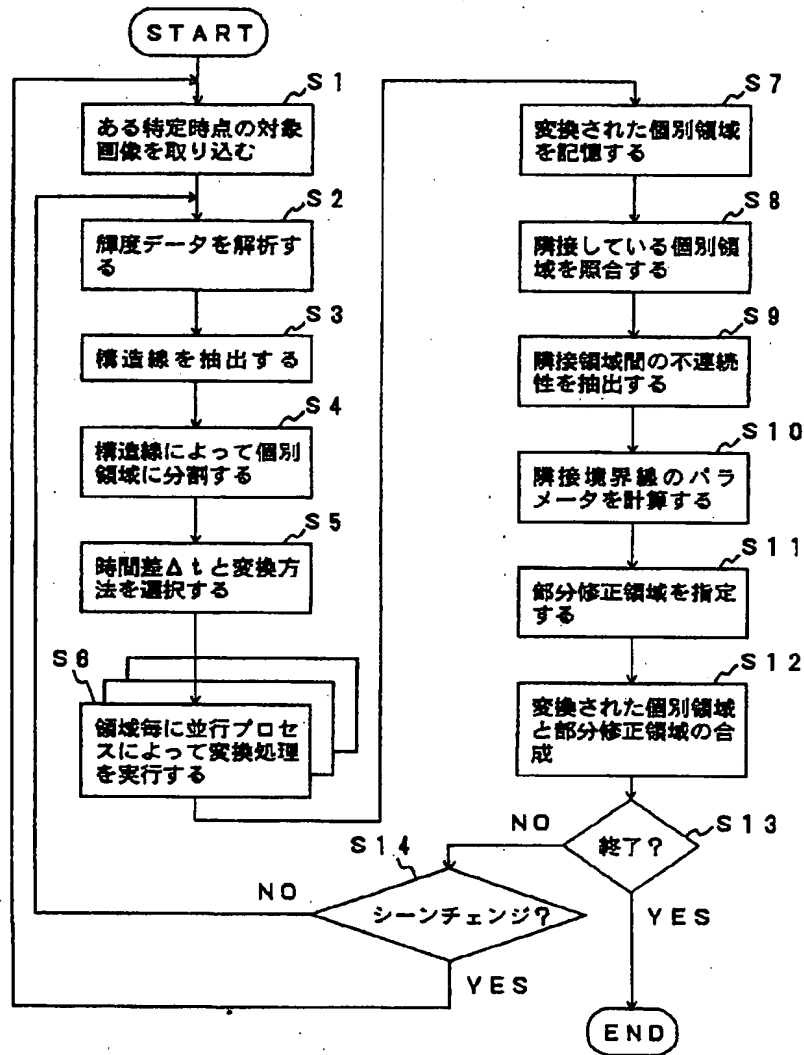


【図11】



【図12】

## 処理フローチャート



【図13】

処理の例

